

18 BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Patentschrift
10 DE 43 18 663 C 1

21 Aktenzeichen: P 43 18 663.7-33
22 Anmeldetag: 4. 8. 93
43 Offenlegungstag: —
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 13. 10. 94

61 Int. Cl.⁸:
H 01 L 21/308
C 23 F 1/02
C 23 C 18/18
C 25 D 5/02
B 05 D 1/32
H 01 L 21/311
// H 01 L 31/18, 21/90,
21/288

DE 43 18 663 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

Siemens Solar GmbH, 80807 München, DE

74 Vertreter:

Fuchs, F., Dr.-Ing., Pat.-Anw., 81541 München

72 Erfinder:

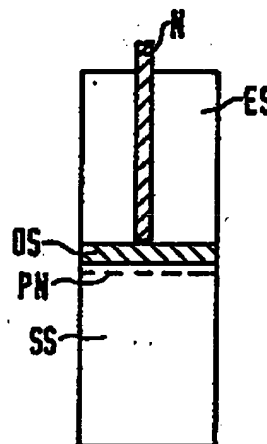
Holdermann, Konstantin, Dipl.-Ing. (FH), 89362
Offingen, DE

58 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE	38 44 848 C2
US	47 77 804
US	45 35 023
EP	4 23 781 A2

64 Verfahren zur Maskierung und Bearbeitung einer Oberfläche eines Substrates

- 67 Es wird vorgeschlagen, einen Bereich der Oberfläche eines Substrates (SS) während eines Bearbeitungsschrittes eines weiteren Bereichs der Oberfläche nicht mit einem Abdecklack, sondern mit einer dünnen Eisschicht (ES) abzudecken. Die Eisschicht kann lokal oder ganzflächig aufgebracht sein oder durch Einschmelzen eines Musters (G) strukturiert sein.



DE 43 18 663 C 1

Zur Maskierung von Oberflächenbereichen auf einem Substrat, die von einem Bearbeitungsschritt des Substrats ausgenommen werden sollen, werden meist Überzüge aus organischem Material, Abdecklacke oder sogenannte Resists verwendet. Lacke, die gegenüber einer Bestrahlung empfindlich sind und sich daher durch Bestrahlung gemäß einem gewünschten Muster strukturieren lassen, werden als Photolacke bezeichnet. Diese finden in der Halbleitertechnik breite Anwendung. Sie ermöglichen die fein strukturierte Öffnung von Schutz- bzw. Passivierungsschichten oder auch eine fein strukturierte Metallisierung von Halbleitern, Keramik oder anderen Werkstoffen.

Auch in der Galvanik können Abdecklacke verwendet werden, wobei durch Auftragen dieser sogenannten Galvanoresists unerwünschte Metallisierungen oder Metallaufösungen vermieden werden.

Nach erfolgtem Prozeßschritt werden die Lacke vom Substrat entfernt, oft mit organischen Lösungsmitteln, mit Säuren oder Laugen, auf oxidativem Weg oder in einem Plasma.

Nachteilig an den Abdecklacken oder insbesondere den Photolacken sind deren hohe Material- wie auch Entsorgungskosten. Probleme bereitet auch der Umgang mit den oft gesundheits- und umweltschädlichen Produkten. Flüssige Abdecklacke besitzen oft einen hohen Lösungsmittelanteil, die Sicherheitsmaßnahmen am Arbeitsplatz notwendig machen können.

Einige Strukturierungsaufgaben können ohne Abdeck- und Maskierungsschichten durch lokal eng begrenzte Bearbeitung mittels eines Lasers durchgeführt werden. Handelt es sich bei der strukturierenden Bearbeitung mittels Lasers jedoch um einen Materialabtrag, so entsteht dabei ein Feinstaub, der ebenfalls besondere Sicherheitsmaßnahmen am Arbeitsplatz und eine spezielle Entsorgung erforderlich macht. Außerdem lassen sich beim teilweisen Abtragen von Substratoberflächen beispielsweise beim Öffnen von Schutzschichten Beschädigungen darunterliegender Substratbereiche oft nicht vermeiden. Dies gilt beispielsweise beim strukturierten Öffnen von Siliziumoxid oder -nitrid als Schutz- bzw. Passivierungsschicht von Silizium. In jedem Fall ist eine aufwendige Regelung von Laserführung und Laserleistung erforderlich, die das Bearbeitungsverfahren erheblich verteuert.

Das Strukturieren einer gefrorenen und zum Beispiel aus Neon bestehenden aufkondensierten Schicht mittels Bestrahlung durch eine Maske ist aus der US 4 535 023 bekannt.

Aus EP 0 423 761 A2 und US 4 777 804 sind Reinigungsverfahren für Oberflächen von Halbleitersubstraten bekannt, bei denen das Substrat gekühlt wird, darauf dann eine Flüssigkeit unter Ausbildung einer Eisschicht aufkondensiert wird und diese Eisschicht schließlich zusammen mit einer Verunreinigung entfernt wird.

Der Erfindung liegt demzufolge das Problem zugrunde, ein Strukturierungs- und Maskierungsverfahren für Substratoberflächen anzugeben, welches einfach durchzuführen ist und das weder Gesundheits- noch Umwelt- oder Entsorgungsprobleme bereitet.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen von Anspruch 1. Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sowie eine bevorzugte Verwendung des Verfahrens sind den übrigen Ansprüchen zu entnehmen.

Das erfindungsgemäße Verfahren schlägt also vor,

beliebige Abdecklack-, Lack- oder Photolackschichten, die bei der Bearbeitung von Substraten erforderlich sind, durch eine Eisschicht zu ersetzen. Der Ersatz der meist organischen Lacke durch Wasser bzw. Eis führt zu einer spürbaren Kostenreduzierung des Bearbeitungsverfahrens und dies bereits allein durch die ersparten Kosten des Abdecklacks. Außerdem ist der Umgang mit Wasser problemlos, da weder gefährliche oder bedenkliche Rückstände verbleiben, die eine Entsorgung erfordern. Der Umgang bzw. die Entsorgung der Eisschicht ist einfach und kann ebenso wie das Entfernen der Eisschicht sehr schnell erfolgen. Das Verfahren ist insbesondere auch schonend für das Substrat, da Aufbringen, Entfernen und gegebenenfalls Strukturierung der Eisschicht unter milden Bedingungen erfolgen können. Außerdem erfolgt durch das Eis keinerlei Kontamination des Substrates.

Die Eisschicht kann zur Bearbeitung aller denkbaren Substrate verwendet werden, die gegen einen Kontakt mit Wasser bzw. Eis unempfindlich sind. Mögliche Substrate sind also Elementhalbleiter wie Silizium oder Germanium, Verbindungshalbleiter vom III-V-Typ wie Galliumarsenid oder Indiumphosphid, Verbindungshalbleiter vom Typ II-VI wie Cadmiumsulfid, Quecksilbertellurid, Verbindungshalbleiter aus der Klasse der Chalkopyrite wie Kupfer Indium (Gallium)-Diselenid (-Sulfid), sowie Glas, Keramikwerkstoffe, Metalle und Kunststoffe.

Die Eisschicht kann auf beliebigen Oberflächen aufgebracht werden, die Strukturen aufweisen können oder die eine beliebige bis vertikale Neigung besitzen. Trotzdem kann darüber eine gleichmäßige Eisschicht erzeugt werden, deren Dicke beliebig wählbar ist. Dies stellt einen weiteren Vorteil gegenüber Lackschichten dar, die oft eine begrenzte maximale Auftragsdicke besitzen.

Die Eisschicht kann als Maskenschicht verwendet werden, wobei größere Bereiche bzw. ganze Oberflächen von Substraten abgedeckt werden können, beispielsweise die Rückseite eines Wafers während der Behandlung der Vorderseite. Möglich ist es auch, gezielt bestimmte empfindliche Strukturen lokal abzudecken, zum Beispiel durch Auftropfen von Wasser auf die Strukturen und anschließendes Vereisen. Besonders vorteilhaft wird die Eisschicht jedoch ganzflächig auf Substratoberflächen aufgebracht und anschließend strukturiert, beispielsweise mit einem heißen Werkzeug oder einem Laser. In vielen Anwendungen kann die Eisschicht dabei einen Photolack ersetzen.

Eine weitere Möglichkeit zur Anwendung des Verfahrens besteht darin, Seitenwände oder Ränder von Substraten während eines Bearbeitungsschrittes zu schützen. So lassen sich beispielsweise gezielt Wafer-ränder vereisen, um eine seitliche Kontamination des Wafers oder des Substrates bei dem oder den Bearbeitungsschritten zu vermeiden.

Mit einer Eisschicht als Abdeck- oder Maskierungsschicht versehene Substrate können verschiedenen Bearbeitungsschritten unterzogen werden. Bevorzugt sind Bearbeitungsschritte mit wässrigen und insbesondere kühbaren Lösungen, beispielsweise Ätzlösungen zum Öffnen von Fenstern in Oxid- oder Nitridschichten in der Siliziumhalbleitertechnik oder zum Erzeugen von Gräben. Weitere geeignete wässrige Bearbeitungsverfahren sind zum Beispiel Bekeimungslösungen für Metallisierungen und die entsprechenden Metallisierungsbäder für chemische und galvanische Metallabscheidungen. Eine bevorzugte Verwendung findet das Verfahren

daher in der galvanoplastischen Mikrostrukturierung oder zur Herstellung von Leiterbahnstrukturen, beispielsweise den stromableitenden Kontakten auf Solarzellen.

Die Eisschicht ist auch als Abdeckschicht für Bearbeitungsschritte mit gasförmigen Medien geeignet. Weiterhin kann die Eisschicht als "Lift-off-Schicht" bei solchen Beschichtungen dienen, die bei relativ niedrigen Temperaturen, möglichst in Gefrierpunktnähe, möglich sind.

Zum Erzeugen der Eisschicht kann zunächst das Substrat gekühlt werden. Dies ist zum Beispiel in einer Kühlkammer möglich, wird vorzugsweise jedoch durch Auflegen auf eine mit einem Kryostat gekühlte Unterlage oder ein Peltier-Element durchgeführt. Auch in ein flüssiges kaltes Medium kann das Substrat zur Abkühlung eingetaucht werden, mit diesem besprüht oder geflutet werden, beispielsweise mittels eines kalten Lösungsmittels oder eines flüssigen Gases wie zum Beispiel mit flüssigem Stickstoff oder durch Behandlung mit Kohlendioxidpulver. In entsprechender Weise kann alternativ auch die Substratunterlage gekühlt werden.

Das Aufbringen der Eisschicht kann lokal erfolgen, zum Beispiel durch gezieltes Auftropfen. Ganzflächiges Erzeugen der Eisschicht auf der Substratoberfläche erfolgt beispielsweise durch Aufsprühen, Auftropfen oder Aufdampfen. Aufsprühen und Aufdampfen sind insbesondere für nicht ebene, also geneigte oder gar vertikale Oberflächen geeignet. Die Erzeugung einer Eisschicht auf sämtlichen Oberflächen eines Substrats kann durch Eintauchen des gekühlten Substrates in ein wässriges Medium bzw. Flutung erfolgen.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist es auch möglich, zwei flache Substrate mit einer dünnen Eisschicht zu verkleben, wobei die Eisschicht nicht nur als Abdeckschicht für beide Wafer, sondern auch als Klebemittel fungiert.

Natürlich ist es auch möglich, zunächst einen Wasserfilm oder -tropfen auf dem Substrat aufzubringen und das Substrat erst anschließend zur Vereisung des darauf aufgetragenen Wassers zu kühlen.

Unter Umständen kann es durch das Material der Substratoberfläche erforderlich sein, die Oberfläche vor dem Aufbringen des Wassers bzw. des Eises hydrophil zu machen oder dem Wasser ein Mittel zur Reduzierung der Oberflächenspannung und/oder ein Dispersionshilfsmittel zuzusetzen. Auch die Zugabe von Alkohol zum vereisenden Wasser kann das Benetzungsverhalten verbessern.

Bei Verwendung einer gekühlten Unterlage zur Erzeugung der Eisschicht kann es erforderlich sein, auf der Unterlage festgefrorene Substrate durch Erwärmen der Unterlage wieder zu entfernen, beispielsweise durch kurzzeitige Stromumkehr bei Verwendung eines Peltier-Elementes oder durch Vorsehen von Heizdrähten oder Integrieren einer Heizplatte in der Unterlage.

Zur mechanischen Strukturierung der Eisschicht eignen sich heiße Werkzeuge, besser beheizte Werkzeuge wie Nadeln, Stifte oder Drähte. Zum Erzeugen einfacher Strukturen ist auch ein Schneiden bzw. sonstiges mechanisches Bearbeiten der Eisschicht möglich. Wahlweise kann dabei mit Unterdruck gearbeitet werden, um den während der Strukturierung durch Aufschmelzen entstandenen Wasserfilm zu entfernen oder diesen abzusaugen.

Die mit einem Werkzeug in der Eisschicht erzielbaren Strukturen können der Formgebung des Werkstücks entsprechen. Mit Hohladeln können beispielsweise Punkte oder Ringe erzeugt werden, mit Stiften oder

Stempeln Quadrate oder Linien. Wird das Werkzeug zur Strukturierung der Eisschicht über die Eisschicht geführt, ist die Erzeugung beliebig geformter Strukturen möglich.

Eine besonders feine Strukturierung kann mit einem Laser erreicht werden, wobei dessen thermische Wirkung ausgenutzt wird. So kann ein mit Eis versiegeltes Siliziumsubstrat beispielsweise mit einem Nd:YAG-Laser bei einer Wellenlänge von 1,06 μm oder mit einem Erbium-Laser bei 3 μm strukturiert werden. Bei 3 μm Wellenlänge zeigt Wasser bzw. Eis hohe Absorption, während Silizium dafür nahezu transparent ist. Durch kurzzeitige Belichtung wird ein lokales Schmelzen des Eises bewirkt, ohne die Substratoberfläche zu zerstören oder zu beschädigen. Zur Erhöhung der Absorptionseffizienz des Eises (für das Laserlicht) können darin gelöste oder fein dispergierte bzw. suspendierte Substanzen mit höherer Absorptionseffizienz als Eis enthalten sein. Bei der Strukturierung entstehendes Wasser bzw. Wasserdampf kann durch Absaugen oder mit Unterdruck entfernt werden.

Prinzipiell ist es auch möglich, sofern die Eisschicht entsprechend dick erzeugt wird, die zur Strukturierung in der Eisschicht erzeugten Löcher oder Gräben nicht ganz bis zur Substratoberfläche zu durchstoßen oder das Wiederangefrieren eines verbleibenden dünnen Wasserfilms zu erlauben. Die dafür erforderliche Dicke der Eisschicht richtet sich unter anderem nach der Expositionszeit gegenüber dem späteren Bearbeitungsschritt, der Temperatur und der Anzahl der für den Bearbeitungsschritt verwendeten Medien. Auch flüssige Bearbeitungsmedien, die unter 0°C gekühlt sind, bewirken eine allmähliche Auflösung der Eisschicht, die an den äußeren Eisschichten ansetzt und so auch in Strukturöffnungen der Eisschicht verbleibende dünnere Eisschichten unmittelbar aufzulösen vermag und die dabei darunterliegende Substratbereiche der Bearbeitung zugänglich macht.

In analoger Weise ist es auch beim sogenannten Fensterätzen nicht erforderlich, die gesamte Schutzschicht, beispielsweise eine Oxid- bzw. Nitridschicht beim Silizium in einem Schritt abzutragen. Da die nicht geätzten Schichten meist wesentlich dicker als der im Fenster verbleibende Rest der Schutzschicht sind, kann nach dem Entfernen der Eisschicht noch eine kurze Ätzung durchgeführt werden, um das Fenster endgültig zu öffnen.

Bei der mechanischen Strukturierung lassen sich Strukturen kleiner 100 μm realisieren. In einer speziellen Anwendung kann ein entsprechend ausgebildetes beheiztes Drahtnetz zum Erzeugen von Strukturen in der Eisschicht verwendet werden, beispielsweise zur Erzeugung von ca. 20 μm durchmessenden Quadraten. Damit lassen sich in einer (100) Siliziumoberfläche bzw. auf polykristallinem Silizium invertierte Pyramiden erzeugen. Eine solche Struktur- oder Texturätzung wird insbesondere für die Oberflächen von Solarzellen verwendet, um Reflexionsverluste zu vermeiden und so die Absorption einfallenden Sonnenlichts zu erhöhen.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und der dazugehörigen vier Figuren näher erläutert. Die Figuren zeigen ausschnittsweise einen schematischen Querschnitt durch eine Solarzelle während verschiedener Verfahrensstufen bei der Herstellung von stromableitenden Vorderseitenkontakten unter Verwendung des Verfahrens.

Fig. 1: Die Solarzelle besteht aus einem Siliziumsubstrat SS, welches einen in der Nähe der Vorder- oder

Lichteinfallseite gelegenen flachen pn-Übergang PN aufweist. Über dem Übergang PN ist auf der Oberfläche des Siliziumsubstrats SS eine dünne Oxidschicht OS ausgebildet. Nicht dargestellt ist die Textur der Substratoberfläche, die mittels einer anisotropen Ätzung erzeugte pyramidenförmige Erhebungen mit einem Durchmesser kleiner 5 µm aufweist.

Zur Herstellung der stromableitenden Kontakte in Form einer Fingerelektrode (Grid) muß die Oxidschicht OS an den zur Kontaktierung vorgesehenen Stellen entfernt werden bzw. dort die Substratoberfläche freigelegt werden. Dazu wird das Siliziumsubstrat SS auf eine gekühlte Unterlage aufgelegt, die mit Hilfe eines Kryostaten auf eine Temperatur von ca. minus 10°C gebracht wird. Durch Besprühen der Substratoberfläche mit entmineralisiertem Wasser von ca. 4°C wird über der Siliziumoxidschicht OS eine Eisschicht mit einer Dicke von wenigen 100 µm während einer Vereisungszeit von ca. 1 Minute erzeugt.

Mit einer beheizten Nadel N wird nun in der Eisschicht ein der Elektrodenstruktur entsprechendes Muster herausgeschmolzen und dort die Oxidoberfläche OS freigelegt. Die Nadel N weist beispielsweise einen Durchmesser von 200 µm auf. Alternativ kann die Struktur auch mit einem beheizten und bereits die gewünschte Form der Fingerelektrode aufweisenden Blechstreifen von zum Beispiel 100 µm Dicke aus der Eisschicht herausgelöst werden.

Fig. 2 zeigt den gemäß einem vorgegebenen Muster herausgeschmolzenen Graben G in der Eisschicht ES. In einem Bearbeitungsschritt wird nun die in dem Graben G freigelegte Oxidschicht OS entfernt, um dort die Oberfläche des Silizium-Substrats SS freizulegen. Dazu wird die Solarzelle mitsamt der darauf aufgetragenen Eisschicht ES in gepufferter verdünnter Flußsäure getät. In der auf ca. -5°C gekühlten Lösung ist nach ca. 4 Minuten die im Graben G freigelegte Oxidschicht OS entfernt, wobei in dem so erzeugten Oxidfenster OF die Oberfläche des Siliziumsubstrats SS freigelegt ist (siehe Fig. 3). Trotz der gekühlten Ätzlösung ist die Eisschicht ES nach diesem Schritt in ihrer Dicke etwas vermindert.

Der nächste Schritt betrifft die Metallisierung der im Oxidfenster OF frei liegenden Substratoberfläche und erfolgt in einer Palladiumchloridlösung, die ebenfalls Flußsäure enthält. Dazu braucht die Eisschicht ES nicht entfernt zu werden. Doch auch ohne Eisschicht ES erfolgt die Bekeimung spezifisch auf der freiliegenden Halbleiteroberfläche des Siliziumsubstrats SS im Oxidfenster OF.

Fig. 4 zeigt die so erzeugte Palladiumkeimschicht PS im Oxidfenster OF, die in einem anschließenden Schritt durch spezifische Metallabscheidung über der Palladiumkeimschicht verstärkt wird.

Die Verstärkung der Palladiumschicht PS kann beispielsweise durch chemische Abscheidung einer Nickelschicht über der Palladiumschicht PS erfolgen, die wiederum beispielsweise durch galvanische, photochemische oder bipolare Abscheidung einer Silberschicht oder durch chemische oder galvanische Kupferabscheidung verstärkt werden kann.

In einer Variante dieses Verfahrens kann während der Erzeugung der Vorderseitenkontakte die Rückseite mit Hilfe einer Eisschicht abgedeckt und dadurch gegen die sauren Bearbeitungsschritte zur Öffnung der Oxidfenster OF geschützt werden. Dies ist insbesondere dann erforderlich, wenn die Rückseite bereits säureempfindliche Kontakte, zum Beispiel aufgedampftes bzw. aufgesputtertes Aluminium oder gebranntes Silbersieb-

druck aufweist. Durch erfindungsgemäßes Abdecken dieser Metallisierung mit einer Eisschicht wird diese vor einem Säureangriff beim Öffnen der Oxidfenster OF geschützt. Die Eisschicht für Vorder- und Rückseite kann dabei in einem Schritt durch Eintauchen des gekühlten Siliziumsubstrats in Wasser bzw. Fluten des Substrats mit Wasser erfolgen. Die Dicke der Eisschicht auf der Rückseite der Solarzelle beträgt demzufolge ebenfalls einige 100 µm, mit der auch ca. 10 µm hohe aufgedruckte Rückseitenkontakte bequem abgedeckt werden können.

In einer weiteren Variante des Verfahrens sollen auf der texturierten 100-Oberfläche eines Siliziumsubstrates Punktkontakte aufgebracht werden. Dazu wird wie eben beschrieben vorgegangen, mit der Ausnahme, daß die beheizte Nadel beispielsweise durch ein Feld von beheizten Nadeln ersetzt wird, mit der keine Gräben, sondern eine Anordnung von Löchern in die Eisschicht geschmolzen wird.

Auch mit einem Laser ist es möglich, Gräben oder Löcher in einer aus Eis bestehenden Abdeckschicht über einem Siliziumsubstrat zu erzeugen. Wird die Strukturierung der eben beschriebenen Eisschicht mit Hilfe eines Nd:YAG-Lasers von 1,06 µm Wellenlänge bei einer Ausgangsleistung von ca. 1,5 Watt vorgenommen, so können bei einer Pulsbreite von ca. 200 bis 400 ns bei einer Pulsfrequenz von ca. 20 bis 40 kHz Löcher und Gräben in der Eisschicht erzeugt werden, ohne daß es zur Zerstörung der Oxidschicht und damit zu einer Störung des pn-Übergangs PN kommt.

Als günstig erweist sich dabei die Anfärbung des zu gefrierenden Wassers, die im einfachsten Fall zum Beispiel mit schwarzer Tusche durchgeführt werden kann. Die Färbung richtet sich dabei nach der verwendeten Laserwellenlänge, um die Absorptionseigenschaft des Eises gegenüber dem Laser zu erhöhen.

In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung wird die Eisschicht mit einem kontinuierlichen cw-Laser strukturiert.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Maskierung und Bearbeitung einer Oberfläche eines Substrates (SS), bei dem das Substrat unter 0°C abgekühlt wird, ein erster Bereich der Oberfläche mit einer dünnen Eisschicht (ES) versehen wird, eine Bearbeitung eines zweiten, nicht von der Eisschicht bedeckten Bereichs der Oberfläche durchgeführt wird, und bei dem die Eisschicht anschließend durch Erwärmen des Substrats über 0°C entfernt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem Ätzen, Dotieren, chemisches Umsetzen mit einem Reagens, Beschichten, Oxidieren, Metallisieren oder Elektroplattieren als Bearbeitung durchgeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem zunächst zumindest der erste Bereich der Oberfläche vor dem Erzeugen der Eisschicht (ES) hydrophil gemacht wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem zunächst eine Eisschicht (ES) auf einer Oberfläche erzeugt wird und bei dem anschließend vor der Bearbeitung Teile der Eisschicht entsprechend einem gewünschten Muster (G) wieder entfernt werden.
5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem das Entfernen der Eisschicht (ES) entsprechend dem Muster (G) mit einem heißen Werkzeug (N) durchgeführt

wird.

6. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem das Entfernen der Eisschicht (ES) mit einem Laser erfolgt.

7. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem die Eisschicht (ES) durch Gefrieren von Wasser erzeugt wird, das einen darin gelösten, suspendierten oder dispergierten, die Laserstrahlung absorbierenden Stoff enthält.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem das Erzeugen der Eisschicht (ES) durch Kühlen des Substrats (SS) und in Kontaktbringen mit Wasser durch Besprühen, Eintauchen, Auftropfen oder Aufdampfen erfolgt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem als Substrat (SS) ein Halbleiterwafer verwendet wird.

10. Verwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9 bei der Herstellung von Solarzellen, insbesondere zum Erzeugen der stromableitenden Kontakte.

11. Verwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9 zur Herstellung mikromechanischer Systeme.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG 1

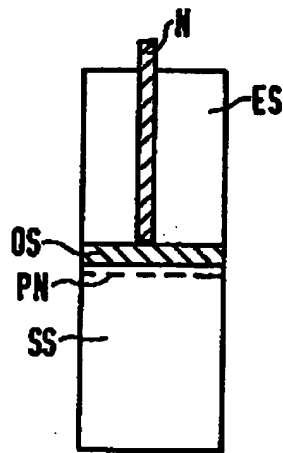


FIG 3

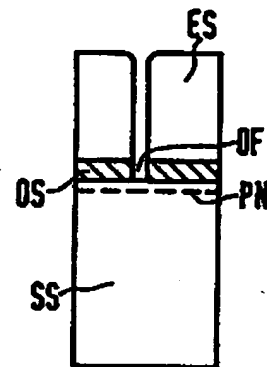


FIG 2

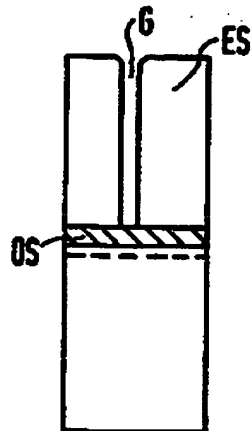
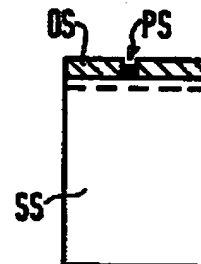


FIG 4



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.